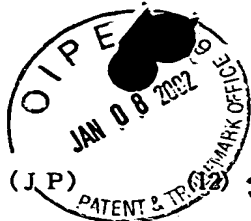


MS



Citation

2

(19) 日本国特許庁 (J.P.)

公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-81978

(43) 公開日 平成9年(1997)3月28日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 11/10	5 0 1	9075-5D	G 1 1 B 11/10	5 0 1 Z
	5 2 1	9075-5D		5 2 1 F
	5 4 1	9075-5D		5 4 1 C
		9075-5D		5 4 1 F

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-234456

(22) 出願日 平成7年(1995)9月12日

RECEIVED
JAN 18 2002
Technology Center 2000

(71) 出願人 000004352

日本放送協会
東京都渋谷区神南2丁目2番1号

(72) 発明者 佐藤 龍二

東京都世田谷区砦一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 河村 紀一

東京都世田谷区砦一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

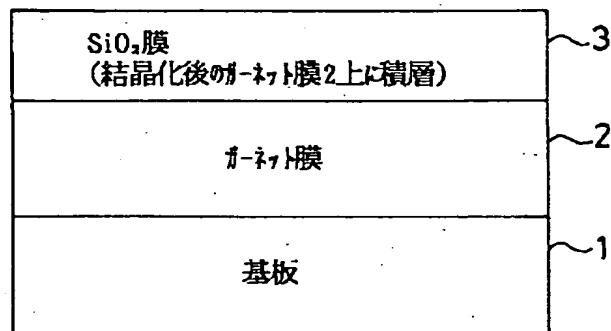
(74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外8名)

(54) 【発明の名称】 ガーネット膜を用いた光磁気記録媒体およびその作製方法

(57) 【要約】

【課題】 ガーネット膜の剥離や結晶化率の低下を招かずに、ガーネット膜の内部応力 (σ) を大きくすること及び、膜表面付近のビスマス (Bi) 偏析を抑制すること。

【解決手段】 ガラス基板1上にガーネット組成の非晶質膜2を積層し、該非晶質膜2を結晶化した後、膜表面にSiO₂ (誘電体) 膜3を積層する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、この基板上に製膜されたガーネット膜と、このガーネット膜上に積層された誘電体膜とを備えたことを特徴とするガーネット膜を用いた光磁気記録媒体。

【請求項2】 請求項1記載のガーネット膜を用いた光磁気記録媒体において、

膜表面に積層される前記誘電体は、石英ガラス (SiO_2)、一酸化珪素 (SiO)、窒化アルミ (AlN)、窒化シリコン (SiN)、酸化チタン (TiO_2)、無アルカリガラス、コーニング0317ガラス (商品名) のうちのいずれか、または、これらを任意の割合、任意の種類混合したもの、若しくは、任意の種類のを任意の厚さずつ積層した多層膜のいずれかであることを特徴とするガーネット膜を用いた光磁気記録媒体。

【請求項3】 請求項1または2記載のガーネット膜を用いた光磁気記録媒体において、

エッチング処理をした、ガーネット膜の表面または熱処理前の膜表面に誘電体を積層する時間が、5秒から10時間、若しくは積層する誘電体の厚さが最大で1000Åであることを特徴とするガーネット膜を用いた光磁気記録媒体。

【請求項4】 基板上にガーネット組成の非晶質膜を積層し、該ガーネット膜を結晶化した後、膜表面に誘電体を積層することを特徴とするガーネット膜を用いた光磁気記録媒体の作製方法。

【請求項5】 基板上にガーネット組成の非晶質膜を積層し、該非晶質膜表面に誘電体を積層した後、該ガーネット膜を結晶化することを特徴とするガーネット膜を用いた光磁気記録媒体の作製方法。

【請求項6】 請求項4または5記載のガーネット膜を用いた光磁気記録媒体の作製方法において、

膜表面に積層される前記誘電体は、石英ガラス (SiO_2)、一酸化珪素 (SiO)、窒化アルミ (AlN)、窒化シリコン (SiN)、酸化チタン (TiO_2)、無アルカリガラス、コーニング0317ガラス (商品名) のうちのいずれか、または、これらを任意の割合、任意の種類混合したもの、若しくは、任意の種類のを任意の厚さずつ積層した多層膜のいずれかであることを特徴とするガーネット膜を用いた光磁気記録媒体の作製方法。

【請求項7】 請求項4から6のいずれかに記載のガーネット膜を用いた光磁気記録媒体の作製方法において、エッチング処理をした、ガーネット膜の表面または熱処理前の膜表面に5秒から10時間誘電体を積層するこ

と、または誘電体の厚さが最大で1000Å積層することを特徴とするガーネット膜を用いた光磁気記録媒体の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光磁気記録で使用される記録媒体に係わり、特に記録媒体の記録層に用いられる磁性ガーネット膜や、磁性ガーネット膜の下地層として基板上にガーネット膜を積層した光磁気記録媒体およびその作製方法に関する。

【0002】【発明の概要】本発明は情報の記録・再生にレーザ光を用いる光磁気記録の記録媒体に使用される、希土類 (R) と遷移金属 (TM) およびビスマス (Bi) を含むガーネット膜に関するもので、膜表面に光を透過する誘電体膜を積層することによって、ガーネット膜の内部応力 (σ) を制御 (増加または減少) すること及び、膜表面付近における組成の不均一性、すなわち、ビスマス (Bi) の偏析を抑制するものである。

【0003】

【従来の技術】光磁気記録媒体を構成するガーネット膜は、基板 (ガラス基板等) 上に膜を形成後、熱処理によって結晶化させることによって得られる。このガーネット膜は、製膜に用いる基板の種類や製膜条件によらず多結晶となる。この場合、光磁気記録材料の必要条件である垂直磁気異方性は、膜に存在する内部応力 (σ) に起因することが知られている (五味 学、宇都木 潔、阿部 政紀：日本応用磁気学会誌、vol.10、NO.2、173 (1986).)

希土類 (R) としてジスプロシウム (Dy) を含むガーネットの場合、膜の熱膨張率 (α) より基板の熱膨張率 (α) が小さく、従って、膜自体に引っ張り方向の内部応力 (σ) が存在するときに垂直磁気異方性が発生する。また、熱膨張率 (α) の差が大きいほど、内部応力 (σ) と磁気異方性エネルギー (Ku) が大きくなる。

【0004】製膜後に熱処理する方法でガーネット膜を結晶化させるには、膜の組成 (Bi量) にもよるが、500℃以上の温度で熱処理する必要がある。従って、製膜に用いられる基板は、ガラスかGGG (ガドリニウム・ガリウム・ガーネット) などの単結晶に限られる。

【0005】表1は、代表的な基板材料 (コーニング0317ガラス、無アルカリガラス、石英ガラス、およびGGG単結晶) とその熱膨張率 (α) を示している。

【0006】

【表1】

材 料	コーニング 0317ガラス	無アルカリ ガラス	石英ガラス	GGG
熱膨張率 α ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	98	40	5	60

表2は、石英ガラス ($\alpha = 5 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$) および、無アルカリガラス ($\alpha = 40 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$) 上に製膜した、ビスマス (Bi)、ガリウム (Ga) 添加 Dy 鉄 (Fe) ガーネット膜の内部応力 (σ) の実測値を示す。

【0007】

【表2】

基板	無アルカリガラス	石英ガラス
応力 σ (MPa)	150	235
剥離	無	有

表2に示されるように、石英ガラスを基板に用いたときの内部応力 (σ) は、無アルカリガラスを用いたときの1.5倍の値となっているが、この試料では膜の剥離が起きていた。また、熱膨張率 (α) の小さな基板を用いると、製膜条件が同じでも膜の結晶化率が低下する。従って、熱膨張率 (α) の小さな基板を用いることによって内部応力 (σ) を大きくする方法は、膜質の一様性という点で限界がある。

【0008】基板と膜との間の熱膨張率の差を利用してガーネット膜に応力を付加する方法には、この他にも以下のような欠点がある。

【0009】光磁気記録に使われるガーネット膜には、媒体の記録感度、磁気特性、磁気光学特性、結晶化温度を調節するためにビスマス (Bi) が添加される。基板と膜との間の熱膨張率の差によって発生した応力は、基板と膜との界面から遠くなるにつれて減少する。このことは、格子間隔を広げる力、すなわちビスマス (Bi) が結晶中から押し出されるのを抑制する力が弱くなることを意味する。このため、膜表面付近でビスマス (Bi) の濃度が高くなり、膜表面付近に組成勾配が生ずる。ビスマス (Bi) が偏析している深さは50Å程度であることが多い。

【0010】ところが、図6に示すGGG (ガドリニウム・ガリウム・ガーネット) 基板上に製膜したビスマス (Bi)、Ga置換Dy鉄ガーネット膜の深さ方向の組成分析の結果 (横軸は膜表面からの深さ、縦軸は各元素の濃度を示す) から分かるように、ビスマス (Bi) が偏析している深さは膜厚の1/3、すなわち300Å程度の深さにまで達することもある。最表面でビスマス (Bi) 濃度が最大になっているが、ビスマス (Bi) 濃度が高くなるほど、ビスマス (Bi) やBi酸化物 (Bi_2O_3)、ビスマスオルソフェライト (BiFeO_3) など、ガーネット以外の相が多くなる。

【0011】高濃度のビスマス (Bi) を含む、膜最表面の非ガーネット層の下には、深さ方向に組成勾配を持つガーネット領域が存在する。膜表面のビスマス (Bi) 高濃度層は高周波スパッタ法 (RFS) などの方法

を用いてエッチングすることによって除去できるが、同時に、内部応力 (σ) と保磁力 (H_c) が低下してしまうことが本発明者らによって確認されている (佐藤 龍二、河村 紀一、玉城孝彦: 第42回応用物理学関係連合講演会講演予稿集NO.1, p79(1995).)。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来におけるガーネット膜を用いた光磁気記録媒体においては、ガーネット膜の剥離や結晶化率が低下するという問題があり、また、内部応力 (σ) と保磁力 (H_c) が低下してしまうという問題があった。

【0013】本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、ガーネット膜の剥離や結晶化率の低下を招来することなく、ガーネット膜の内部応力 (σ) を大きくすること及び、膜表面付近のビスマス (Bi) 偏析を抑制することを可能としたガーネット膜を用いた光磁気記録媒体およびその作製方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、請求項1では、基板と、この基板上に製膜されたガーネット膜と、このガーネット膜上に積層された誘電体膜とを備えたことを特徴としている。

【0015】請求項2では、請求項1記載のガーネット膜を用いた光磁気記録媒体において、膜表面に積層される前記誘電体は、石英ガラス (SiO_2)、一酸化珪素 (SiO)、窒化アルミ (AlN)、窒化シリコン (SiN)、酸化チタン (TiO_2)、無アルカリガラス、コーニング0317ガラス (商品名) のうちのいずれか、または、これらを任意の割合、任意の種類混合したもの、若しくは、任意の種類のを任意の厚さずつ積層した多層膜のいずれかであることを特徴としている。

【0016】請求項3では、請求項1または2記載のガーネット膜を用いた光磁気記録媒体において、エッチング処理をした、ガーネット膜の表面または熱処理前の膜表面に誘電体を積層する時間が、5秒から10時間、若しくは積層する誘電体の厚さが最大で1000Åであることを特徴としている。

【0017】請求項4では、基板上にガーネット組成の非晶質膜を積層し、該非晶質膜を結晶化した後、膜表面に誘電体を積層することを特徴としている。

【0018】請求項5では、基板上にガーネット組成の非晶質膜を積層し、該非晶質膜表面に誘電体を積層した後、該ガーネット膜を結晶化することを特徴としている。

【0019】請求項6では、請求項4または5記載のガーネット膜を用いた光磁気記録媒体の作製方法において、膜表面に積層される前記誘電体は、石英ガラス (SiO_2)、一酸化珪素 (SiO)、窒化アルミ (AlN)、窒化シリコン (SiN)、酸化チタン (TiO_2)、

10

20

30

40

50

O₂)、無アルカリガラス、コーニング0317ガラス(商品名)のうちのいずれか、または、これらを任意の割合、任意の種類混合したもの、若しくは、任意の種類のを任意の厚さずつ積層した多層膜のいずれかであることを特徴としている。

【0020】請求項7では、請求項4から6のいずれかに記載のガーネット膜を用いた光磁気記録媒体の作製方法において、エッチング処理をした、ガーネット膜の表面または熱処理前の膜表面に5秒から10時間誘電体を積層すること、または誘電体の厚さが最大で1000Å 10 積層することを特徴としている。

【0021】

【発明の実施の形態】次に、本発明の発明の実施の形態について、図面および表を参照して説明する。

【0022】《第1の実施形態》図1は、本発明に係るガーネット膜を用いた光磁気記録媒体の第1の実施形態を示す構成図である。

【0023】この図に示すガーネット膜を用いた光磁気記録媒体は、ガラスによって構成される平板状の基板1と、この基板1上に積層された後、結晶化させられた膜 20

の表面がエッチングにより除去されて成るガーネット膜2と、このガーネット膜2上に積層されたSiO₂膜3とによって構成される。

【0024】次に、図1に示すガーネット膜を用いた光磁気記録媒体の作製方法について、説明する。

【0025】まず、熱膨張率(α)が $40 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ のガラス(表1に示した無アルカリガラス)板によって基板1を構成し、表3に示す堆積条件で、ビスマス(Bi)、ジスプロシウム(Dy)、ガリウム(Ga)、鉄(Fe)、酸素(O)を成分とし、ビスマス(Bi)、ジスプロシウム(Dy)、ガリウム(Ga)、鉄(Fe)の組成比が2.5:1.1:1.0:3.3である焼結ターゲットを用いて、高周波スパッタ法(RFS)でスパッタリングを行い、この焼結ターゲットの成分となっているビスマス(Bi)、ジスプロシウム(Dy)、ガリウム(Ga)、鉄(Fe)、酸素(O)を成分とする非晶質膜を形成する。

【0026】

【表3】

到達真空度	$2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$
基板温度	150℃
スパッタリングガス	Ar/O ₂ = 95:5
スパッタリングガス圧	5.32 Pa
有効スパッタリング電力	100 W
スパッタリング時間	60分
膜厚	120 nm

この後、この非晶質膜の表面に偏析したビスマス(Bi)を除去するために、表4に示すエッチング処理条件で、この非晶質膜を堆積するのに要した時間の20%だけ、すなわち12分間、非晶質膜の表面をエッチング処理で除去した後、大気中で50℃/sの速度で720℃ 40 まで昇温させる。次いで、720℃の状態60分間保

持した後、3℃/sの速度で20℃まで冷却するという熱処理によって、磁性を示すガーネット膜2を結晶化させる。

【0027】

【表4】

基板温度	150℃
スパッタリングガス	Ar:O ₂ =95:5
スパッタリングガス圧	5.32Pa
有効スパッタリング電力	100W
スパッタリング時間	12分

この後、結晶化させたガーネット膜2の膜表面部分に生じる組成不均一領域の除去および膜厚の低減化を図るために、高周波スパッタ法(RFS)を使用し、表5に示すエッチング条件で、結晶化後の膜表面を10分間エッ

チング処理してガーネット膜2を得る。

【0028】

【表5】

スパッタリングガス	Ar:O ₂ =95:5
スパッタリングガス圧	7.98Pa
有効スパッタリング電力	100W
スパッタリング時間	10分

その後、表6に示す条件で、このエッチング処理されたガーネット膜2上に高周波スパッタ法(RFS)を使用してSiO₂膜3を積層し、図1に示すようなガーネッ

ト膜を用いた光磁気記録媒体を作製した。

【0029】

【表6】

スパッタリングガス	Ar:O = 95:5
スパッタリングガス圧(Pa)	5.32
有効スパッタリング電力(W)	100
スパッタリング時間(min.)	0, 2, 5, 10

図3に、上述のようにして作製される第1の実施形態の結果を示す。

【0030】第1の実施形態において、結晶化後に膜表面を10分間エッチングすると、エッチング前に110MPa(積層時間0分、図中○印で示す)であった引っ張り方向の内部応力(σ)が70MPa(積層時間0分、図中●印で示す)まで減少した。この後、表6の条件でSiO₂を膜表面に積層すると、内部応力(σ)はエッチング後の値よりも大きくなり、積層時間2分で最大値130MPaとなる。この値は、エッチング前の値よりも大きい。

【0031】結晶化後にSiO₂膜3を積層することによって内部応力(σ)が増加する理由について説明する。基板1上に製膜した膜に引っ張り応力が存在すると、試料は、膜面側が凹む形に湾曲する。ガーネット膜2の表面に積層したSiO₂自体に圧縮応力(基板が存在しないと仮定したときに、膜を縮ませる力)が発生す

れば、試料は更に湾曲し、ガーネット膜2に加わる引っ張り応力は増加する。SiO₂積層後の内部応力(σ)が積層時間に対し単調に増加せず最大値を持つのは、積層時間が長くなると、膜面にSiO₂の粒子が衝突することにより、ガーネット膜2の内部応力(σ)の緩和(低下)が進行するためである。

【0032】なお、図1に示した実施形態において基板1上に堆積させる膜は、ジスプロシウム(Dy)を含む膜としたが、ガーネットとして結晶化させるための、ビスマス(Bi)および希土類元素(R)の何れか、或いは複数を含む膜でよい。

【0033】《第2の実施形態》図2は、本発明に係るガーネット膜を用いた光磁気記録媒体の第2の実施形態を示す構成図である。

【0034】この図に示すガーネット膜を用いた光磁気記録媒体は、第1の実施形態と同様にガラスによって構成される平板状の基板4と、この基板4上に積層された

ガーネット膜5と、このガーネット膜5上に積層されたSiO₂膜6とによって構成され、前記ガーネット膜5は、この膜の表面に表6の条件でSiO₂膜6を積層した後、第1の実施形態と同じ条件で熱処理して結晶化させたことを特徴としている。

【0035】次に、図2に示すガーネット膜を用いた光磁気記録媒体の作製方法について、説明する。

【0036】まず、熱膨張率(α)が $40 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ のガラス(表1に示した無アルカリガラス)板によって基板4を構成し、表3に示す堆積条件で、ビスマス(Bi)、ジスプロシウム(Dy)、ガリウム(Ga)、鉄(Fe)、酸素(O)を成分とし、ビスマス(Bi)、ジスプロシウム(Dy)、ガリウム(Ga)、鉄(Fe)の組成比が2.5:1.1:1.0:3.3である焼結ターゲットを用いて、高周波スパッタ法(RFS)でスパッタリングを行い、この焼結ターゲットの成分となっているビスマス(Bi)、ジスプロシウム(Dy)、ガリウム(Ga)、鉄(Fe)、酸素(O)を成分とする非晶質膜を形成する。

【0037】この後、この非晶質膜の表面に偏析したビスマス(Bi)を除去するために、表4に示すエッチング処理条件で、この非晶質膜を堆積するのに要した時間の20%だけ、すなわち12分間、非晶質膜の表面をエッチング処理で除去する。

【0038】その後、表6に示す条件で、非晶質のガーネット組成膜上に高周波スパッタ法(RFS)を使用してSiO₂膜6を積層した後、大気中で50℃/sの速度で720℃まで昇温させる。次いで、720℃の状態で60分間保持した後、3℃/sの速度で20℃まで冷却するという熱処理によって、磁性を示すガーネット膜5を結晶化させ、図2に示すようなガーネット膜を用いた光磁気記録媒体を作製した。

【0039】図4に、上述のようにして作製される第2の実施形態の結果を示す。

【0040】第2の実施形態において、第1の実施形態と同様に熱処理前に、膜表面を膜の堆積に要した時間の20%だけエッチングすると、膜表面に存在する、ビスマス(Bi)濃度が高い不均一組成領域は除去される。この後SiO₂膜6を積層した後、熱処理によってガーネット膜5を結晶化させる。SiO₂膜6の熱膨張率は $5 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 程度と考えられるので、結晶化の過程で膜表面側からも、ガーネット膜5に対し引っ張り応力が加わる。この力は、試料を基板4側が凹むように湾曲させる。

【0041】従って、SiO₂膜6を積層してから結晶化させることによって、SiO₂膜6がない場合に比べ、ガーネット膜5の内部応力(σ)は小さくなることが予想される。

【0042】図4に示すように、SiO₂膜6を積層してから結晶化させたガーネット膜5の内部応力(σ)

は、SiO₂膜6を積層する時間に対して単調に減少している。高保磁力状態を確保するためには、内部応力

(σ)の減少は不利な結果であるが、第2の実施形態で基板4に使用しているガラスの熱膨張率が $40 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ と、ガーネット膜5の値($100 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 程度)の1/2以下であるため、SiO₂積層時間が10分の時点でも、第1の実施形態に係わる図3のSiO₂積層時間10分における内部応力(σ)と同程度の値となっている。SiO₂膜6を積層してから結晶化させる方法には、ガーネット膜5の内部応力(σ)を小さくする効果の他に、ガーネット膜5の組成を一様にする効果もある。

【0043】図5に、図4のSiO₂積層時間10分の膜の、各元素濃度の深さ方向の分析結果を示す。

【0044】この膜では、図6のような膜表面付近でのビスマス(Bi)濃度の増加はみられない。図5の結果は、膜表面付近に引っ張り応力を加えながら結晶化させることによって、ビスマス(Bi)が希土類元素(R)の格子位置から押し出される現象が抑制されることを示している。

【0045】なお、図2に示した第2の実施形態の構成においては、ガラス基板上に積層する膜をビスマス(Bi)、ジスプロシウム(Dy)、ガリウム(Ga)、鉄(Fe)、酸素(O)から成る非晶質の膜としたが、ガーネットとして結晶化させるための、ビスマス(Bi)および、希土類(R)の何れか或いは複数を含む非晶質膜でもよい。

【0046】また、上述の第1の実施形態および第2の実施形態においては、膜上に積層する誘電体としてSiO₂を用いたが、一酸化珪素(SiO)、窒化アルミ(AlN)窒化シリコン(SiN)、酸化チタン(TiO₂)、無アルカリガラス(熱膨張率 $40 \times 10^{-7} \sim 45 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)、コーニング0317ガラス(熱膨張率 $98 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)のうちの何れかでもよく、また、これらを任意の割合、種類混合したものでもよく、或いは、任意の種類のものを任意の厚さずつ積層した多層膜でもよい。

【0047】また、上述の第1の実施形態および第2の実施形態においては、誘電体を積層する時間を最長10分としたが、用いる誘電体の熱膨張率および製膜方法、製膜条件によっては、最長10時間の間の任意の時間でよい。

【0048】ここで、SiO₂積層時間の許容範囲の根拠について説明する。

【0049】第1の実施形態および第2の実施形態において、SiO₂を製膜するに用いた方法は高周波スパッタ法(RFS)であるが、この方法のSiO₂に対するスパッタレート(基板上堆積速度)は1Å/s程度である。従って、この方法による積層時間10分でのSiO₂膜厚は、600Åとなる。高周波スパッタ法(RF

11

S) の場合、スパッタレートはガス圧、投入電力に依存する。これらの条件によってスパッタレートが $1/60$ になったとすれば、 600 \AA の膜を積層するに要する時間は 10 時間となる。マグネトロンスパッタ法 (RFMS) やイオンビームスパッタ法 (IBS) は高周波スパッタ法 (RFS) よりスパッタレートが高く、数 10 \AA/s も可能である。 100 \AA/s のスパッタレートが実現できたとすれば、所用時間は 6 秒となる。

【0050】本発明の各実施形態では、積層する SiO_2 の厚さは最大で 600 \AA 程度であるが、膜面に誘電体の粒子が衝突することによるガーネット膜の応力の緩和が小さい製膜条件のもとでは、或いは、応力緩和の心配がない、熱処理前に誘電体を積層する場合は、 1000 \AA 程度でもよい。

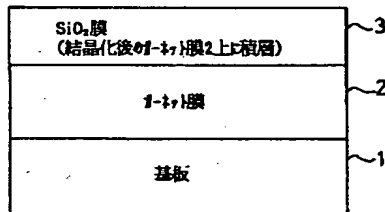
【0051】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、ガーネット膜の剥離や結晶化率の低下を招かずに、ガーネット膜の内部応力 (σ) を大きくすること及び、膜表面付近のビスマス (Bi) 偏析を抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るガーネット膜を用いた光磁気記録

【図1】



12

媒体の第1の実施形態を示す構成図である。

【図2】本発明に係るガーネット膜を用いた光磁気記録媒体の第2の実施形態を示す構成図である。

【図3】第1の実施形態の結果である、結晶化後に SiO_2 を積層したガーネット膜の内部応力 (σ) の、 SiO_2 を積層する時間に対する依存性を示す図である。

【図4】第2の実施形態の結果である、 SiO_2 を積層してから結晶化させたガーネット膜の内部応力 (σ) の、 SiO_2 を積層する時間に対する依存性を示す図である。

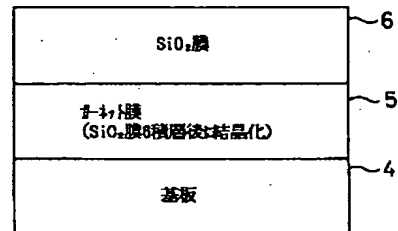
【図5】第2の実施形態の結果である、 SiO_2 を積層してから結晶化させたガーネット膜の、各元素濃度の深さ方向の分析結果を示す図である。

【図6】GGG (ガドリニウム・ガリウム・ガーネット) 基板の上に製膜したビスマス (Bi)、Ga置換Dy鉄ガーネット膜の深さ方向の組成分析の結果を示す図である。

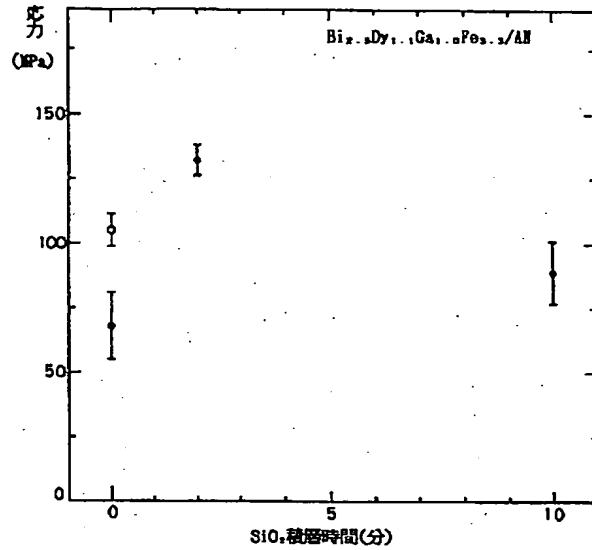
【符号の説明】

- 1、4 基板
- 2、5 ガーネット膜
- 3、6 SiO_2 膜

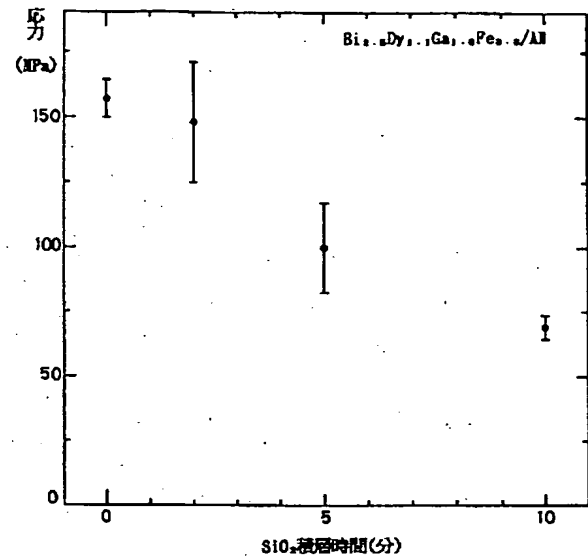
【図2】



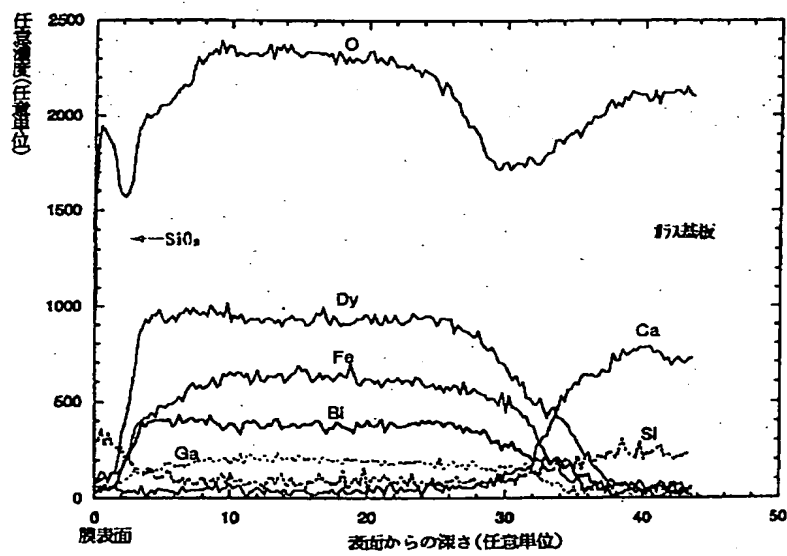
【図 3】



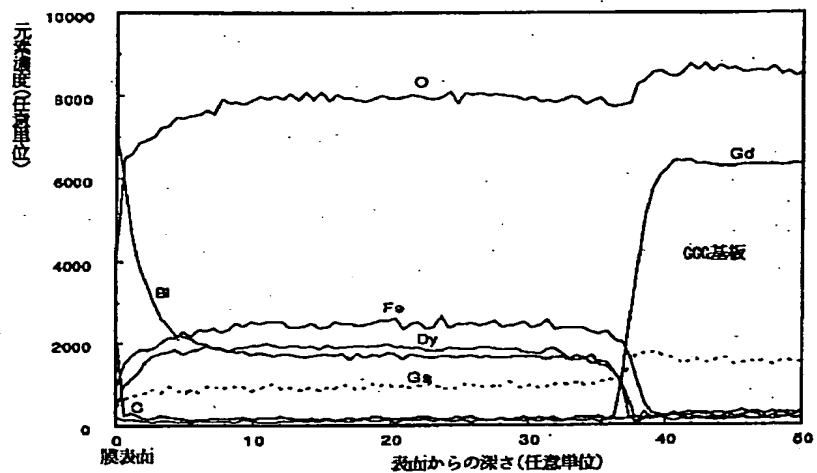
【図 4】



【図 5】



【図 6】



**Japanese Unexamined Patent Application,
First Publication (A) No. Hei 9 - 81978**

First Publication Date: March 28, 1997 (Heisei 9)

Int. Cl.⁶: G 11 B 11/10

Application No.: Hei 7 - 234456
Filing Date: September 12, 1995 (Heisei 7)
Applicant: Japan Broadcasting Corporation
Inventors: Ryuji SATO and Norikazu KAWAMURA

[TITLE OF THE INVENTION]

Magneto-optical Recording Medium Using a Garnet Coat and Method
for Manufacturing the Same

[ABSTRACT]

[Object] To increase the internal stress (σ)
of a garnet coat and suppress segregation of bismuth (Bi) in
the vicinity of the surface of the coat without causing separation
of the garnet coat and reduction of crystallization index.

[Means for Solving the Problem] An amorphous coat 2 having a
garnet composition is layered on a glass substrate 1, the
amorphous coat 2 described above is crystallized, and
subsequently, an SiO₂ (dielectric substance) coat 3 is layered
on the surface of the coat.

3: SiO ₂ coat (layered on the garnet coat 2 after crystallization)

2: Garnet coat

1: Substrate

[CLAIMS]

[Claim 1] A magneto-optical recording medium using a garnet coat, characterized by comprising a substrate, a garnet coat formed on said substrate, and a dielectric-substrate coat layered on said garnet coat.

[Claim 2] The magneto-optical recording medium using a garnet coat according to Claim 1, characterized in that said dielectric substance which is layered on the surface of the coat is any one of silica glass (SiO_2), silicon monoxide (SiO), aluminum nitride (AlN), silicon nitride (SiN), titanium oxide (TiO_2), and non-alkali glass, Corning 0317 glass (trade name), or any one of a mixture in any ratio and any kinds of the same, and a multi-layered coat in which any kinds of the same are layered in any thickness of each layer.

[Claim 3] The magneto-optical recording medium using a garnet coat according to Claim 1 or 2, characterized in that the dielectric substance is layered on the surface of the garnet coat after etching treatment or on the surface of the coat before heat treatment, for 5 seconds to 10 hours or that the thickness of the dielectric substance to be layered is at most 1000 Å.

[Claim 4] A method for manufacturing a magneto-optical recording medium using a garnet coat, characterized in that an amorphous coat of a garnet composition is layered on a substrate, the garnet coat is crystallized, and subsequently, a dielectric-substrate coat is layered on the surface of the coat.

[Claim 5] A method for manufacturing a magneto-optical recording medium using a garnet coat, characterized in that an amorphous coat of a garnet composition is layered on a substrate, a dielectric-substrate coat is layered on the surface of said amorphous coat, and subsequently, said garnet coat is crystallized.

[Claim 6] The method for manufacturing a magneto-optical recording medium using a garnet coat, according to Claim 4 or 5, characterized in that said dielectric substance which is layered on the surface of the coat is any one of silica glass (SiO_2), silicon monoxide (SiO), aluminum nitride, (AlN), silicon nitride (SiN), titanium oxide (TiO_2), and non-alkali glass, Corning 0317 glass (trade name), or any one of a mixture in any ratio and any kinds of the same, and a multi-layered coat in which any kinds of the same are layered in any thickness of each layer.

[Claim 7] The method for manufacturing a magneto-optical recording medium using a garnet coat, according to any one of Claims 4 to 6, characterized in that the dielectric substance is layered on the surface of the garnet coat after etching treatment or on the surface of the coat before heat treatment for 5 seconds to 10 hours or that the thickness of the dielectric substance to be layered is at most 1000 Å.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Technical Field of the Invention] The present invention relates to a recording medium for use in magneto-optical recording, and in particular, relates to a magnetic garnet coat for use in a recording layer of a recording medium, and a magneto-optical recording medium in which a garnet coat is layered on a substrate as a base layer of the magnetic garnet coat, as well as to a method for manufacturing the same.

[0002]

[Summary of the Invention] The present invention relates to a garnet coat including a rare earth element (R), a transition metal (TM), and bismuth (Bi), which is employed in a recording medium in magneto-optical recording in which a laser beam is used for recording and playing back data. By layering a dielectric-substance coat which transmits the light on the

surface of the garnet coat, the internal stress (σ) of the garnet coat is controlled (increased or decreased), and non-uniformity of the composition in the vicinity of the surface of the coat, that is, segregation of bismuth (Bi) is suppressed.

[0003]

[Prior Art] A garnet coat for forming a magneto-optical recording medium can be obtained by forming a coat on a substrate (a glass substrate or the like), and subsequently crystallizing the garnet coat by heat treatment. This garnet coat forms polycrystals, independent of the kinds of the substrates for use in forming a coat or the conditions of forming a coat. In this case, it is known that the vertical magnetic anisotropy, which is an essential condition of the magneto-optical materials, is caused by the internal stress (σ) present in the coat (Manabu GOMI, Kiyoshi UTSUKI, and Masanori ABE: Journal of the Japanese applied magnetic association, vol. 10, No. 2, 173 (1986)).

In the case of a garnet including dysprosium (Dy) as a rare earth element (R), the coefficient of thermal expansion (α) of the substrate is smaller than the coefficient of thermal expansion (α) of the coat, and for this reason, vertical magnetic anisotropy occurs when the tensile internal stress (σ) exists in the coat itself. In addition, with the greater difference of the coefficients of thermal expansion (α), the internal stress (σ) and the magnetic anisotropy energy (K_u) become greater.

[0004] In order to crystallize a garnet coat by means of a method in which heat treatment is carried out after forming the coat, it is necessary to carry out heat treatment at temperatures of 500°C or more, even depending on the composition of the coat (amount of Bi). For this reason, the substrate for use in forming a coat is limited to a glass or a single crystal such as GGG (gadolinium, gallium, garnet).

[0005] Table 1 shows the representative substrate materials (Corning 0317 glass, non-alkali glass, silica glass, and GGG single crystal) and the coefficients of thermal expansion (α) of the same.

[0006]

[Table 1]

Material	Corning 0317 glass	Non-alkali glass	Silica glass	GGG single crystal
Coefficient of thermal expansion (α) ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	98	40	5	60

Table 2 shows measured values of the internal stress (σ) of the Bi-and-Ga added Dy-Fe garnet coat formed on silica glass ($\alpha = 5 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$) or formed on non-alkali glass ($\alpha = 40 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$).

[0007]

[Table 2]

Substrate	Non-alkali glass	Silica glass
Internal stress σ (MPa)	150	235
Separation	Not observed	Observed

As shown in Table 2, the internal stress (σ) obtained when using silica glass as a substrate is 1.5 times based on those obtained when using non-alkali glass, but in the sample using the silica glass, separation of the coat occurred. In addition, when a substrate having a small coefficient of thermal expansion (α) is employed, crystallization index of the coat is decreased even if the conditions for forming the coat are the same. Therefore, a method in which an internal stress (σ) is increased by using a substrate having a small coefficient of thermal expansion (α) has a limitation in view of uniformity of the coat quality.

[0008] The methods in which stress is added to a garnet coat by utilizing the difference in coefficient of thermal expansion between a substrate and a coat have disadvantages other than those described above, as follows.

[0009] In a garnet coat for use in magneto-optical recording, bismuth (Bi) is added in order to adjust the recording sensitivity, magnetic property, magneto-optical property, and crystallization temperature of the medium. The stress caused by the difference between coefficient of thermal expansion of a substrate and coefficient of thermal expansion of a coat becomes reduced according to the distance from the interface between the substrate and the coat. This means that the force of broadening the lattice spacing, that is, the force of suppressing extrusion of bismuth (Bi) from the crystals is decreased. For this reason, concentration of bismuth (Bi) in the vicinity of the coat surface is increased, and therefore, a composition gradient occurs in the vicinity of the coat surface. In many cases, the depth of segregation of bismuth (Bi) is approximately 50 Å.

[0010] However, as is clear from the results of the composition analysis in the depth direction of a Bi-and-Ga replaced Dy-Fe garnet coat in which the coat is formed on a GGG (gadolinium, gallium, garnet) substrate as shown in Fig. 6 (the horizontal axis denotes the depth from the surface, and the longitudinal axis denotes the element concentration), the depth of segregation of bismuth (Bi) may reach the depth of 1/3 of the thickness of the coat, that is, the depth of approximately 300 Å. At the uppermost surface of the coat, the concentration of bismuth (Bi) is at the maximum. With the higher concentration of bismuth (Bi), the phases including substances other than garnet, such as bismuth (Bi), bismuth oxide (Bi_2O_3), bismuth orthoferrite (BiFeO_3), and the like are increased.

[0011] Under a non-garnet layer of the uppermost surface, including a high concentration of bismuth (Bi), a garnet region having a composition gradient in the depth direction exists. The layer with a high concentration of bismuth (Bi) on the coat surface can be removed by etching by means of methods such as a radio-frequency sputtering method (RFS). However, it has been observed by the inventors of the present invention that at the same time of this removal, an internal stress (σ) and a coercive force (H_c) are lowered (Ryuji SATO, Norikazu KAWAMURA, Takahiko TAMAKI: Preliminary Abstracts of the 42nd Applied Physics Related Lecture Meetings, No. 1, p. 79 (1995)).

[0012]

[Problems to be Solved by the Invention] As described above, in the conventional magneto-optical recording medium using a garnet coat in the prior art, there are problems of separation of the garnet coat and reduction of crystallization index. In addition, it is problematic in that an internal stress (σ) and a coercive force (H_c) are lowered.

[0013] The present invention was made under these circumstances. An object of the present invention is to provide a magneto-optical recording medium using a garnet coat in which it is possible to increase the internal stress (σ) of a garnet coat and to suppress segregation of bismuth (Bi) in the vicinity of the surface of the coat without causing separation of the garnet coat and reduction of crystallization index, and is also to provide a method for manufacturing the same.

[0014]

[Means for Solving the Problems] In order to achieve the object described above, a magneto-optical recording medium using a garnet coat according to the present invention is, in Claim 1, characterized by comprising a substrate, a garnet coat formed on said substrate, and a dielectric-substrate coat layered on said garnet coat.

[0015] In Claim 2, the magneto-optical recording medium, using a garnet coat according to Claim 1, is characterized in that said dielectric substance which is layered on the surface of the coat is any one of silica glass (SiO_2), silicon monoxide (SiO), aluminum nitride (AlN), silicon nitride (SiN), titanium oxide (TiO_2), and non-alkali glass, Corning 0317 glass (trade name), or any one of a mixture thereof in any ratio and any kinds, and a multi-layered coat in which any kinds of these are layered in any thickness of each layer.

[0016] In Claim 3, the magneto-optical recording medium using a garnet coat, according to Claim 1 or 2, is characterized in that the dielectric substance is layered on the surface of the garnet coat after etching treatment or on the surface of the coat before heat treatment for 5 seconds to 10 hours or that the thickness of the dielectric substance to be layered is at most 1000 Å.

[0017] In Claim 4, a method for manufacturing a magneto-optical recording medium using a garnet coat is characterized in that an amorphous coat of a garnet composition is layered on a substrate, the garnet coat is crystallized, and subsequently, a dielectric-substrate coat is layered on the surface of the coat.

[0018] In Claim 5, a method for manufacturing a magneto-optical recording medium using a garnet coat, is characterized in that an amorphous coat of a garnet composition is layered on a substrate, a dielectric-substrate coat is layered on the surface of said amorphous coat, and subsequently, said garnet coat is crystallized.

[0019] In Claim 6, the method for manufacturing a magneto-optical recording medium using a garnet coat, according to Claim 4 or 5, is characterized in that said dielectric substance

which is layered on the surface of the coat is any one of silica glass (SiO_2), silicon monoxide (SiO), aluminum nitride (AlN), silicon nitride (SiN), titanium oxide (TiO_2), and non-alkali glass, Corning 0317 glass (trade name), or any one of a mixture in any ratio and any kinds of the same, and a multi-layered coat in which any kinds of the same are layered in any thickness of each layer.

[0020] In Claim 7, the method for manufacturing a magneto-optical recording medium using a garnet coat, according to anyone of Claims 4 to 6, is characterized in that the dielectric substance is layered on the surface of the garnet coat after etching treatment or on the surface of the coat before heat treatment for 5 seconds to 10 hours or that the thickness of the dielectric substance to be layered is at most 1000 Å.

[0021]

[Modes for Carrying Out the Invention] In the following, the modes for carrying out the invention according to the present invention are explained with reference to figures and tables.

[0022] <<First Embodiment>> Fig. 1 is a construction drawing showing the first embodiment of the magneto-optical recording medium using a garnet coat according to the present invention.

[0023] The magneto-optical recording medium using a garnet coat shown in this drawing consists of a substrate 1 in the form of a plate made of glass; a garnet coat 2 which is formed by layering a coat on the substrate 1, subsequently crystallizing the coat, and removing the surface of the coat by means of etching; and an SiO_2 coat 3 which is layered on the garnet coat 2.

[0024] In the following, a method for manufacturing the magneto-optical recording medium using a garnet coat shown in Fig. 1 is explained.

[0025] First, the substrate 1 is formed by a glass plate (corresponding to a non-alkali glass shown in Fig. 1) having a coefficient of thermal expansion (α) of $40 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$. Under the accumulating conditions shown in Table 3, sputtering is carried out by means of a radio-frequency sputtering method (RFS), using a sintering target consisting of bismuth (Bi), dysprosium (Dy), gallium (Ga), iron (Fe), and oxygen (O) in a composition ratio of 2.5:1.1:1.0:3.3 of bismuth (Bi), dysprosium (Dy), gallium (Ga), iron (Fe), and oxygen (O), respectively, thus forming an amorphous coat having the ingredients of bismuth (Bi), dysprosium (Dy), gallium (Ga), iron (Fe), and oxygen (O).

[0026]

[Table 3]

Ultimate vacuum	2×10^{-5} Pa
Substrate temperature	150°C
Sputtering gas	Ar/O ₂ = 95:5
Sputtering gas compression	5.32 Pa
Effective sputtering electric power	100 W
Sputtering time	60 minutes
Thickness of a coat	120 nm

Subsequently, in order to remove the bismuth (Bi) segregated on the surface of this amorphous coat, under the conditions of etching treatment shown in Table 4, the surface of the amorphous coat is removed by means of etching treatment for 20% of the time required for accumulating this amorphous coat, that is, for 12 minutes, followed by heating to 720°C at a rate of 50°C/s in air. Subsequently, the condition at 720°C is maintained for 60 minutes, followed by cooling to 20°C at a rate of 3°C/s. By these heat treatments, the garnet coat 2 exhibiting magnetic properties is crystallized.

[0027]

[Table 4]

Substrate temperature	150°C
Spattering gas	Ar:O ₂ = 95:5
Spattering gas compression	5.32 Pa
Effective spattering electric power	100 W
Spattering time	12 minutes

Subsequently, in order to remove the region with non-uniform composition generated on the coat surface part of the crystallized garnet coat 2 and in order to reducing thickness of the coat, using a radio-frequency spattering method (RFS), in the etching conditions shown in Table 5, the surface of the crystallized coat is subjected to an etching treatment for 10 minutes, thus producing a garnet coat 2.

[0028]

[Table 5]

Spattering gas	Ar:O ₂ = 95:5
Spattering gas compression	7.98 Pa
Effective spattering electric power	100 W
Spattering time	10 minutes

Subsequently, under the conditions shown in Table 6, by means of a radio-frequency spattering method (RFS), an SiO₂ coat 3 is layered on the etching-treated garnet coat 2, thus producing a magneto-optical recording medium using a garnet coat.

[0029]

[Table 6]

Spattering gas	Ar:O = 95:5
Spattering gas compression (Pa)	5.32
Effective spattering electric power (W)	100

Spattering time (min.)	0, 2, 5, 10
------------------------	-------------

The results of the magneto-optical recording medium produced as described above according to the first embodiment are shown in Fig. 3.

[0030] In the first embodiment, when the surface of the coat which had been crystallized was subjected to etching for 10 minutes, the internal stress (σ) in the tensile direction, which had been 110 MPa (layered time: 0 minutes, in the figure, shown as ○) before etching, decreased in 70 MPa (layered time: 0 minute, in the figure, shown as ●). After that, when the SiO_2 was layered on the surface of the coat under the conditions shown in Table 6, the internal stress (σ) became larger than that after etching, and had a maximum value of 130 MPa at 2 minutes of the layered time. This value is larger than the value before etching.

[0031] The reasons why the internal stress (σ) increases by layering the SiO_2 coat 3 after crystallization are explained. When the tensile internal stress is present on the coat formed on the substrate 1, the sample is curved so that the side of the coat is concave. If in the SiO_2 itself layered on the surface of the garnet coat 2, a compression stress (force of compressing the coat, assuming that the substrate is not present) is generated, the sample further curves, and the tensile stress exerted on the garnet coat 2 increases. The internal stress (σ) after SiO_2 is layered has the maximum value, without monotonic increase, with respect to time of layering, because relaxation (reduction) of the internal stress (σ) of the garnet coat 2 proceeds by collision of the SiO_2 particles with the surface of the coat, if time of layering becomes longer.

[0032] In the embodiment shown in Fig. 1, as the coat to be accumulated on the substrate 1, the coat including dysprosium (Dy) is employed. The coats including any one of bismuth (Bi)

and a rare earth element (R) or a plurality of these may be employed.

[0033] <<Second Embodiment>> Fig. 2 is a construction drawing showing the second embodiment of the magneto-optical recording medium using a garnet coat according to the present invention.

[0034] The magneto-optical recording medium using a garnet coat shown in this drawing is characterized by consisting of a substrate 4 in the form of a plate made of glass in the same manner as described in the first embodiment; a garnet coat 5 layered on the substrate 4; and an SiO₂ coat 6 which is layered on the garnet coat 5, and is characterized in that the garnet coat 5 described above is crystallized by heat treatment in the same conditions as described in the first embodiment, after the SiO₂ coat 6 is layered on the surface of the garnet coat under the conditions shown in Table 6.

[0035] In the following, a method for manufacturing the magneto-optical recording medium using a garnet coat shown in Fig. 2 is explained.

[0036] First, the substrate 4 is formed using a glass plate (corresponding to a non-alkali glass shown in Table 1) having a coefficient of thermal expansion (α) of $40 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$. Under the accumulating conditions shown in Table 3, sputtering is carried out by means of a radio-frequency sputtering method (RFS), using a sintering target consisting of, as ingredients, bismuth (Bi), dysprosium (Dy), gallium (Ga), iron (Fe), and oxygen (O) in a composition ratio of 2.5:1.1:1.0:3.3 of bismuth (Bi), dysprosium (Dy), gallium (Ga), iron (Fe), and oxygen (O) to form an amorphous coat having the ingredients of bismuth (Bi), dysprosium (Dy), gallium (Ga), iron (Fe), and oxygen (O).

[0037] Subsequently, in order to remove the bismuth (Bi) segregated on the surface of this amorphous coat, under the conditions of etching treatment shown in Table 4, the surface of the amorphous coat is removed by means of etching treatment for 20% of the time required for accumulating this amorphous coat, that is, for 12 minutes.

[0038] Subsequently, under the conditions shown in Table 6, the SiO_2 coat 6 is layered on the amorphous coat having a garnet composition using a radio-frequency sputtering method (RFS), followed by heating to 720°C at a rate of 50°C/s in air. Subsequently, the condition at 720°C is maintained for 60 minutes, followed by cooling to 20°C at a rate of 3°C/s . By these heat treatments, the garnet coat 5 exhibiting magnetic properties is crystallized, thus producing a magneto-optical recording medium using a garnet coat as shown in Fig. 2.

[0039] The results of the magneto-optical recording medium produced as described above according to the first embodiment are shown in Fig. 4.

[0040] In the second embodiment, if the surface of the coat is subjected to an etching treatment for 20% of the time required for accumulating the coat, the region of non-uniform composition with a high concentration of bismuth (Bi), which is present on the surface of the coat, is removed. Subsequently, after the SiO_2 coat 6 is layered thereon, the garnet coat 5 is crystallized by heat treatment. Since the coefficient of thermal expansion of the SiO_2 coat 6 is considered to be approximately $5 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$, a tensile stress is exerted on the garnet coat 5 from the coat-surface side during the crystallization step. This force makes the sample curve so that the sample is concave at the substrate 4 side.

[0041] Therefore, it is expected that by carrying out crystallization after the SiO_2 coat 6 is layered, the internal

stress (σ) of the garnet coat 5 becomes smaller as compared to the case without SiO₂ coat 6.

[0042] As shown in Fig. 4, the internal stress (σ) of the garnet coat 5 crystallized after the SiO₂ coat 6 is layered monotonically decreases with respect to time of layering the SiO₂ coat 6. The reduction of the internal stress (σ) corresponds to a disadvantageous result for securing the high-coercive-force conditions. In the second embodiment, the coefficient of thermal expansion of the glass used as the substrate 4 is $40 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$, which corresponds to 1/2 or less of those of the garnet coat 5 (approximately $100 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$). For this reason, even when the time of layering SiO₂ is 10 minutes, the internal stress (σ) has a value equivalent to the internal stress (σ) at 10 minutes of the time of layering SiO₂ shown in Fig. 3 in the first embodiment. The method in which crystallization is carried out after the SiO₂ coat 6 is layered exhibits the effect of making the composition of the garnet coat 5 uniform, in addition to the effect of decreasing the internal stress (σ) of the garnet coat 5.

[0043] Fig. 5 shows the analysis results in the depth direction of each element concentration of the coat at 10 minutes of the time of layering SiO₂ shown in Fig. 4.

[0044] In this coat, no increase was observed in the concentration of bismuth (Bi) in the vicinity of the surface of the coat, as shown in Fig. 6. The results of Fig. 5 show that the phenomenon that bismuth (Bi) is extruded from the lattice position of the rare earth element (R) is suppressed by carrying out crystallization while exerting tensile stress in the vicinity of the coat surface.

[0045] In the composition of the second embodiment shown in Fig. 2, the amorphous coat consisting of bismuth (Bi), dysprosium (Dy), gallium (Ga), iron (Fe), and oxygen (O) is

employed. Amorphous coats including any one of bismuth (Bi) and rare earth elements (R), or including a plurality of these, for crystallization as garnet, may be employed.

[0046] In the first embodiment and the second embodiment described above, as the dielectric substance to be layered on the surface, SiO_2 is used. Furthermore, any one of silicon monoxide (SiO), aluminum nitride (AlN), silicon nitride (SiN), titanium oxide (TiO_2), and non-alkali glass (coefficient of thermal expansion: $40 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ to $45 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$), and Corning 0317 glass (coefficient of thermal expansion: $98 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$), or any one of a mixture thereof in any ratio and any kinds, and a multi-layered coat in which any kinds of these are layered with any thickness of each layer, may be employed.

[0047] In addition, in the first embodiment and the second embodiment described above, the time of layering the dielectric substance is at most 10 minutes. Depending on the coefficient of thermal expansion of the employed dielectric substance and method for forming the coat, as well as the conditions of forming the coat, any time up to 10 hours may be used.

[0048] Here, the reasoning for the tolerance of the time of layering SiO_2 is explained.

[0049] The method used in order to form the SiO_2 coat in the first embodiment and the second embodiment corresponds to a radio-frequency sputtering method (RFS). The sputtering rate (accumulating velocity on the substrate) with respect to SiO_2 is approximately $1 \text{ \AA}/\text{s}$. Therefore, thickness of the SiO_2 coat at 10 minutes of the layering time according to this method is 600 \AA . In the case of a radio-frequency sputtering method (RFS), the sputtering rate depends on the gas compression and electric power. If the sputtering rate becomes $1/60$ according to these conditions, the time required for layering a coat with a thickness of 600 \AA is 10 hours. In a radio-frequency magnetron

spattering method (RFMS) or an ion beam spattering method (IBS), the spattering rate is higher than those in a radio-frequency spattering method (RFS), and can also be dozens of angstrom /s. If it is possible to realize a spattering rate of 100 Å/s, the required time is 6 seconds.

[0050] In each of the embodiments according to the present invention, the thickness of the layered SiO₂ is at most approximately 600 Å. Under the condition for forming a coat that relaxation of the stress of the garnet coat, caused by collision of the particles of the dielectric substance to the surface of the coat, is small, or in the case where the dielectric substance is layered before heat treatment, that is free of relaxation of stress, the thickness may be approximately 1000 Å.

[0051]

[Effects of the Invention] As described above, according to the present invention, it is possible to increase the internal stress (σ) of a garnet coat and suppress segregation of bismuth (Bi) in the vicinity of the surface of the coat without causing separation of the garnet coat and reduction of crystallization index.

[Brief Description of Drawings]

[Fig. 1] Fig. 1 is a construction drawing showing the first embodiment of the magneto-optical recording medium using a garnet coat according to the present invention.

[Fig. 2] Fig. 2 is a construction drawing showing the second embodiment of the magneto-optical recording medium using a garnet coat according to the present invention.

[Fig. 3] Fig. 3 is a drawing showing the dependency of the internal stress (σ) of the garnet coat in which the SiO₂ is layered after crystallization, on the time for layering the SiO₂, as the results of the first embodiment.

[Fig. 4] Fig. 4 is a drawing showing the dependency of the internal stress (σ) of the garnet coat crystallized after the SiO_2 is layered, on the time for layering the SiO_2 , as the result of the second embodiment.

[Fig. 5] Fig. 5 is a drawing showing the analysis results in the depth direction of the concentration of each rare earth element of the garnet coat crystallized after the SiO_2 is layered, as the result of the second embodiment.

[Fig. 6] Fig. 6 is a drawing showing the analysis results of the composition in the depth direction of the Bi-and-Ga replaced Dy-Fe garnet coat formed on GGG (gadolinium, gallium, garnet).

[Explanation of Symbols]

- 1, 4 Substrate.
- 2, 5 Garnet coat
- 3, 6 SiO_2 coat

[Fig. 1]

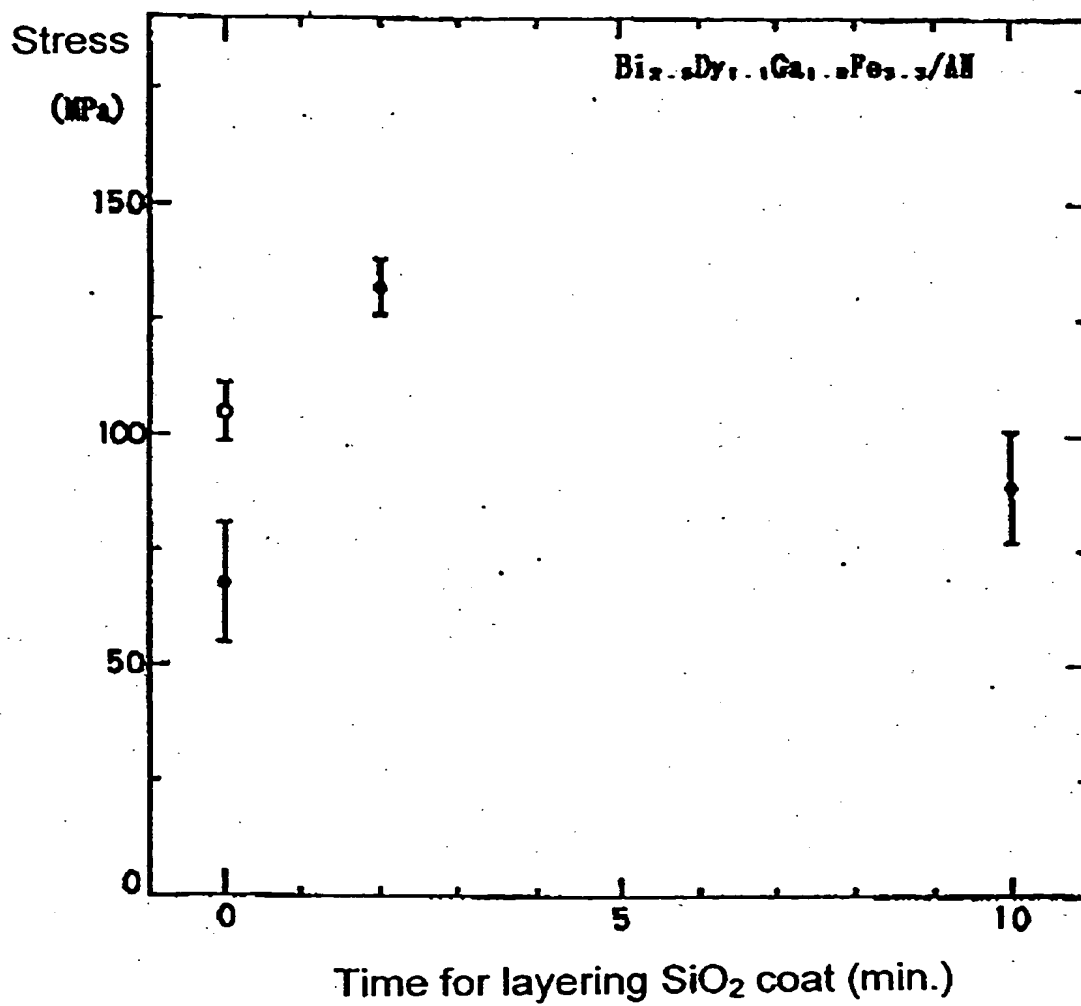
3: SiO_2 coat (layered on the garnet coat 2 after crystallization)
2: Garnet coat
1: Substrate

[Fig. 2]

6: SiO_2 coat
5: Garnet coat (crystallized after the SiO_2 coat is layered)
4: Substrate

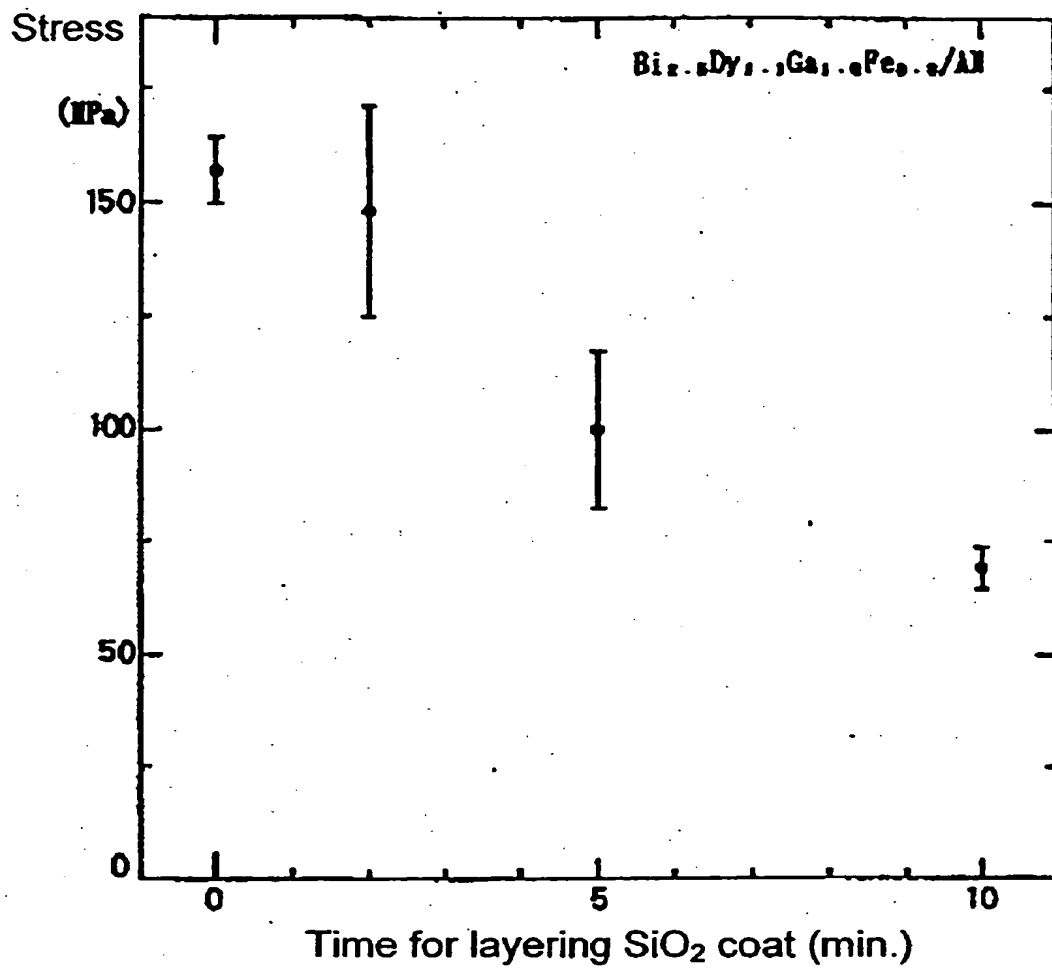
[Fig. 3]

[Fig. 3]



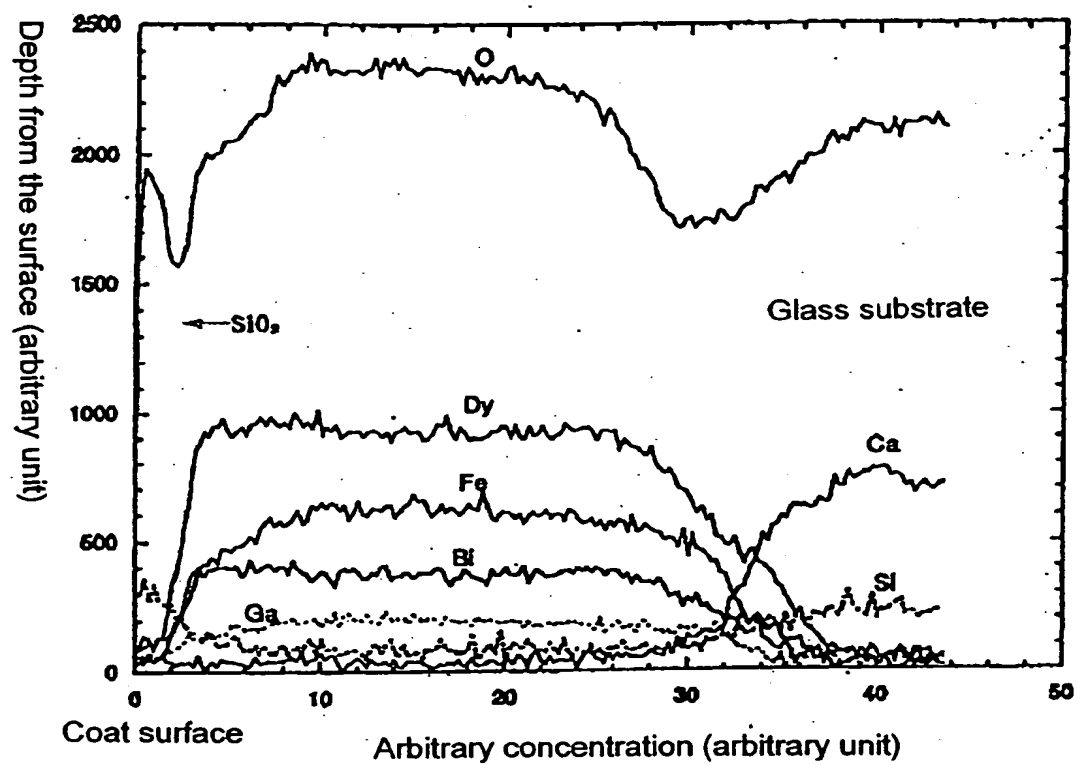
[Fig. 4]

[Fig. 4]



[Fig. 5]

[Fig. 5]



[Fig. 6]

[Fig. 6]

